3. *T. C. Lim, G. W. Farnell.* Character of pseudo surface waves on anisotropic crystals. J. Acoust. Soc.. America, 1969, *45*, 4, 845—851.
4. *И. А. Викторов.* Поверхностные волны на цилиндрических поверхностях кристаллов. Акуст. ж., 1974, *20*, 2, 199–206.
5. *Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц.* Электродинамика сплошных сред. М., Гостехтеориздат, 1957, стр. 65.

Акустический институт
Академии наук СССР

Поступила
5 февраля 1974 г.

УДК 534.232

АКУСТИЧЕСКИЙ АНАЛОГ ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКОГО ЗАТВОРА

Е. К. Грищенко

В работе [1] было предсказано явление аномального отражения звука от пьезопластинки с электрической нагрузкой, а в работе [2] рассчитаны в общем виде коэффициенты отражения и прохождения звука для нее. В частности было показано, что пьезопластинка с высокодобротной индуктивной нагрузкой ведет себя по отношению к падающей на нее ультразвуковой волне как абсолютно жесткая граница. Полученные результаты позволяют реализовать акустическое устройство, по своим функциональным возможностям аналогичное электрооптическому затвору [3], т. е. создать акустический затвор.

В случае полуволновой пьезодиэлектрической пластинки с активно-индуктивной электрической нагрузкой, добротность которой равна Q, выражения для коэффициентов отражения R и прохождения D звука будут на основании работы [2]

$$R=\frac{B_1-B_2-\beta Q}{B_1+B_2+\beta Q},\qquad D=-\frac{2B_1}{B_1+B_2+\beta Q}. \tag{1}$$

Здесь B_1 и B_2 – отношения волновых акустических сопротивлений сред слева и справа от пьезопластинки соответственно к волновому акустическому сопротивлению пьезопластинки $\beta=4K^2/\pi$, K – коэффициент электромеханической связи. Здесь предполагается также, что плоская монохроматическая волна нормально падает на пьезопластинку из среды 1, а активно-индуктивная нагрузка составляет со статической емкостью пьезопластинки резонансный электрический контур.

Из формул (1) следует, что при $Q=0$ (электрическая цепь разомкнута) выражения переходят в классические формулы Френеля, причем при $B_1=B_2$ ультразвуковая волна беспрепятственно проходит из среды 1 в среду 2. При $\beta Q\gg B_1+B_2$ пьезопластинка полностью акустически изолирует среду 2 от среды 1.

Физический механизм работы пьезопластинки в качестве акустического затвора состоит в следующем. Пьезопластинка частично преобразует энергию падающей на нее ультразвуковой волны в электрическую, а частично отражает ее в среду 1 и пропускает в среду 2 в виде ультразвуковых волн. Электрическая энергия, запасенная в пьезопластинке, в свою очередь частично отбирается в активную электрическую нагрузку, а частично вновь переизлучается пьезопластинкой в виде ультразвуковой энергии в среды 1 и 2, причем доля переизлученной ультразвуковой энергии с увеличением Q растет. При $Q=0$ энергия в электрическую нагрузку не отбирается и распределяется в средах 1 и 2 в соответствии с формулами Френеля. Напротив, при достаточно большом Q (пьезопластинка нагружена на индуктивность с малыми потерями) почти вся электрическая энергия, запасенная в пьезопластинке, переизлучается в окружающие среды 1 и 2 в виде вторичных ультразвуковых волн, причем фазы переизлученных ультразвуковых волн таковы, что прошедшая ультразвуковая волна в среде 2 гасится переизлученной, а отраженная в среде 1, наоборот, усиливается.

Таким образом, изменяя Q, можно управлять в достаточно широких пределах прозрачностью акустического затвора, причем для этого не требуется, как в случае электрооптического затвора, подводить к активной среде, в данном случае к пьезопластинке, больших управляющих полей, а достаточно изменять только добротность электрической нагрузки.

Оценим параметры акустического затвора в случае монокристаллической пьезопластинки X-среза из $LiNbO_3$, нагруженной с обеих сторон на среды из плавленого кварца. В рассматриваемом случае для сдвиговой волны в $LiNbO_3$, имеем $K=0{,}68$; $\beta=0{,}59$; $B_1=B_2=0{,}44$. При $Q_{min}=0$ получим $R=0$, $D=-1$, т. е. акустический затвор полностью прозрачен. При $Q_{max}=200$ получим $R=-0{,}922$, $D=-0{,}007$, и амплитуда звуковой волны в среде 1 более чем в 100 раз превышает амплитуду волны в среде 2. Рассмотренный пример показывает, что даже при достаточно скромных величинах Q_{max} изолирующее действие акустического затвора достаточно эффективно, а сам затвор может найти широкое применение в современной акустоэлектронике и экспериментальной физике.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Е. К. Грищенко.* Акустикоэлектрическое преобразование энергии в пьезодиэлектрических и пьезополупроводниковых приемниках на резонансной частоте. Акуст. ж. 1969, *15*, 2, 212—218.
2. *Е. К. Грищенко.* Потери и частотные характеристики пьезоприемников. Акуст. ж., 1973, *19*, 2, 162—169.
3. *Е. Р. Мустель, В. Н. Парыгин.* Методы модуляции и сканирования света. М., «Наука», 1970.

Акустический институт
Академии наук СССР

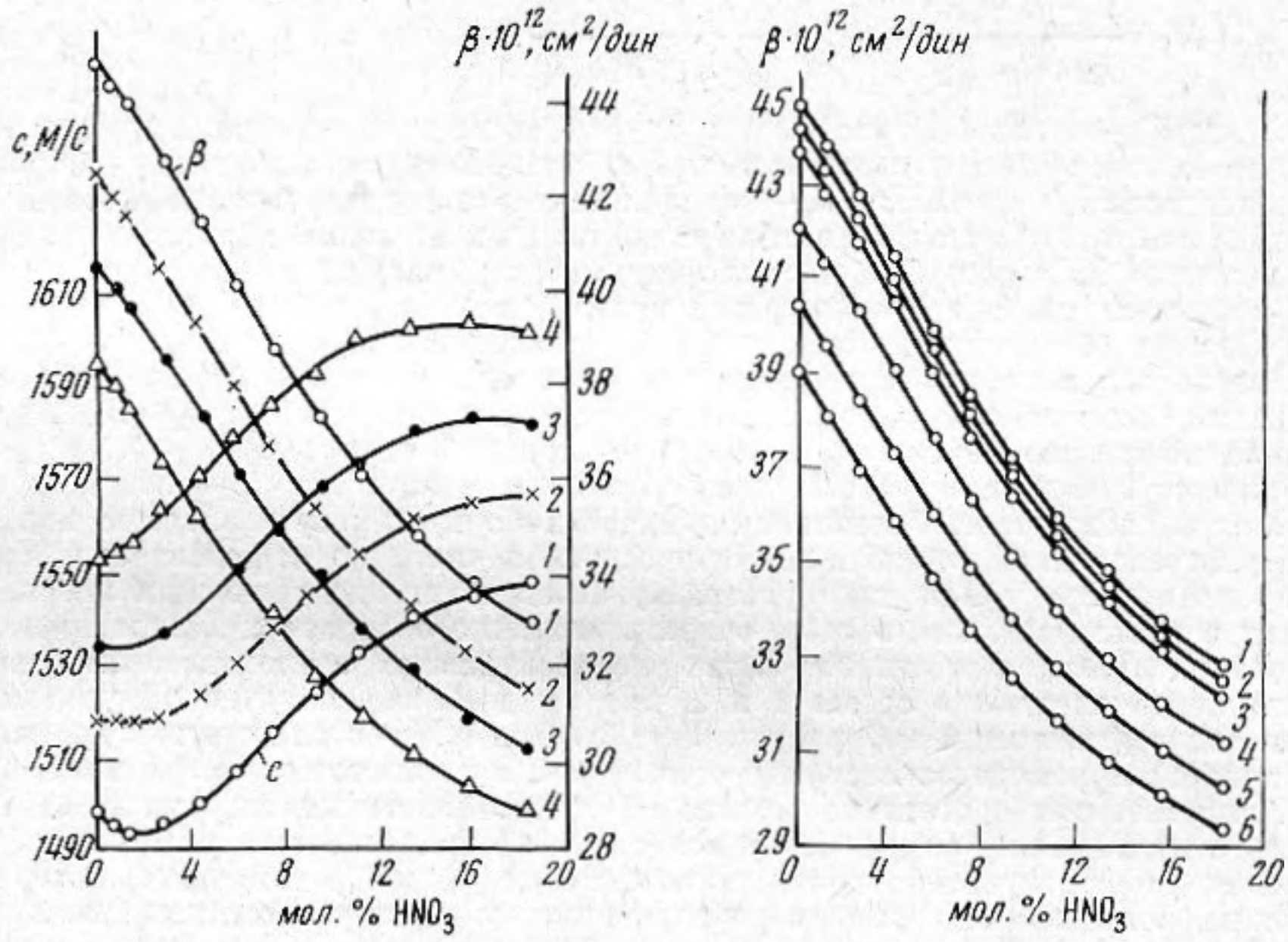
Поступила
14 октября 1974 г.

УДК 534.286–8

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ НИТРАТОВ [$NaNO_3$, $Mg(NO_3)_2$, $Al(NO_3)_3$] НА СКОРОСТЬ УЛЬТРАЗВУКА И АДИАБАТИЧЕСКУЮ СЖИМАЕМОСТЬ БИНАРНЫХ РАСТВОРОВ HNO_3 — H_2O

Б. А. Кукшас, В. К. Яненас

Исследования паровой фазы при равновесном состоянии с жидкостью системы азотная кислота — вода показывают, что при добавлении в эту систему нитратов (исключая KNO_3) концентрация азотной кислоты в паровой фазе увеличивается [1–3], т. е. нитраты высаливают азотную кислоту. Это явление имеет известное практическое применение при получении концентрированной азотной кислоты пу-



Фиг. 1 Фиг. 2

Фиг. 1. Скорость ультразвука *c* и адиабатическая сжимаемость β бинарного растворителя HNO_3 – H_2O различной концентрации при введении в него 0,5 м нитратов: *1* – без нитрата, *2* – $NaNO_3$, *3* – $Mg(NO_3)_2$, *4* – $Al(NO_3)_3$

Фиг. 2. Влияние концентрации введенного нитрата $Mg(NO_3)_2$ на адиабатическую сжимаемость систем HNO_3 – H_2O: *1* – без нитрата; *2* – 0,05 м; *3* – 0,1 м; *4* – 0,3 м; *5* – 0,5 м; *6* – 0,7 м

тем экстрактивной ректификации. Однако механизм высаливания пока недостаточно раскрыт.

Нет сомнения, что структурные изменения бинарного растворителя HNO_3–H_2O, вызванные введенными нитратами, должны оказывать влияние и на ультраакустические параметры бинарного растворителя: на скорость распространения и поглощение ультразвука, а также и на адиабатическую сжимаемость.